



Attorney Docket # 3397-102PUS

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Tapio MÄENPÄÄ et al.

Serial No.: 09/914,657

Filed: August 31, 2001

For: Method for Controlling the Moisture of a Web
in Machine Direction on a Coating Machine

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Examiner: Bareford, Katherine A.
Group Art: 1734

I hereby certify that this correspondence is being
deposited with the United States Postal Service with
sufficient postage as first class mail in an envelope
addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450,
Alexandria, VA 22313-1450, on

May 28, 2003
(Date of Deposit)

Michael C. Stuart

Name of applicant, assignor or Registered Representative

Signature

May 28, 2003

Date of Signature

LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENT

In order to complete the claim to priority in the above-identified application under
35 U.S.C. §119, enclosed herewith is a certified copy of each foreign application on which the
claim of priority is based: Finland on March 04, 1999, No. 990474, PCT on March 2, 2000, No.
PCT/FI00/00166, respectively.

Respectfully submitted,
COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE

By

Michael C. Stuart

Reg. No. 35,698

551 Fifth Avenue, Suite 1210

New York, N.Y. 10176

(212) 687-2770

May 28, 2003

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 14.05.2003

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

1. Valmet Corporation, Helsinki, FI
2. Mäenpää, Tapio, Helsinki, FI
3. Suomi, Eero, Hämeenlinna, FI
4. Nissinen, Vilho, Numminen, FI

Kansainvälinen patenttihakemus nro
International patent application no PCT/FI00/00166

Kansainvälinen tekemispäivä
International filing date 02.03.2000

Etuoikeushak. nro
Priority from appl. FI 990474

Tekemispäivä
Filing date 04.03.1999

Keksinnön nimitys
Title of invention

**"Method for controlling the moisture of a web in machine direction
on a coating machine"**

Hakija nro1. Valmet Corporation on nimenmuutoksen jälkeen Metso Paper, Inc.
Applicant nro1. Valmet Corporation has changed its name to Metso Paper, Inc.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä kansainvälisiä patenttihakemuksia vastaanottavana viranomaisena toimivalle Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista sekä niihin tehdyistä korjauksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawing, originally filed with the Finnish Patent Office acting as receiving Office for the international patent applications, and of any corrections thereto.


Pirjo Kalla
Tutkimussihteeri

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A
Address: P.O.Box 1160
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Puhelin: 09 6939 500
Telephone: + 358 9 6939 500

Telefax: 09 6939 5328
Telefax: + 358 9 6939 5328

HOME COPY

PCT REQUEST

1/4

VAL 188 PCT

Original (for SUBMISSION) - printed on 02.03.2000 09:44:53 AM

0 0-1	For receiving Office use only International Application No.	PCT/FI 0 0 / 0 0 1 6 6
0-2	International Filing Date	0 2 MAR 2000 (0 2. 03. 00)
0-3	Name of receiving Office and "PCT International Application"	The Finnish Patent Office PCT International Application
0-4 0-4-1	Form - PCT/RO/101 PCT Request Prepared using	PCT-EASY Version 2.90 (updated 15.12.1999)
0-5	Petition The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty	
0-6	Receiving Office (specified by the applicant)	National Board of Patents and Registration (Finland) (RO/FI)
0-7	Applicant's or agent's file reference	VAL 188 PCT
I	Title of invention	METHOD FOR CONTROLLING THE MOISTURE OF A WEB IN MACHINE DIRECTION ON A COATING MACHINE
II II-1 II-2 II-4 II-5	Applicant This person is: Applicant for Name Address:	applicant only all designated States except US VALMET CORPORATION Fabianinkatu 9 A FIN-00130 Helsinki Finland
II-6 II-7 II-8 II-9	State of nationality State of residence Telephone No. Facsimile No.	FI FI 020 484 100 020 484 101
III-1 III-1-1 III-1-2 III-1-4 III-1-5	Applicant and/or inventor This person is: Applicant for Name (LAST, First) Address:	applicant and inventor US only MÄENPÄÄ, Tapio Kaukopääntie 6 FIN-00950 Helsinki Finland
III-1-6 III-1-7	State of nationality State of residence	FI FI

PCT REQUEST

VAL 188 PCT

Original (for SUBMISSION) - printed on 02.03.2000 09:44:53 AM

III-2	Applicant and/or inventor	
III-2-1	This person is:	applicant and inventor
III-2-2	Applicant for	US only
III-2-4	Name (LAST, First)	SUOMI, Eero
III-2-5	Address:	Ruutikellarintie 13 A FIN-13210 Hämeenlinna Finland
III-2-6	State of nationality	FI
III-2-7	State of residence	FI
III-3	Applicant and/or inventor	
III-3-1	This person is:	applicant and inventor
III-3-2	Applicant for	US only
III-3-4	Name (LAST, First)	NISSINEN, Vilho
III-3-5	Address:	Onkimaantie 195 FIN-04660 Numminen Finland
III-3-6	State of nationality	FI
III-3-7	State of residence	FI
IV-1	Agent or common representative; or address for correspondence The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:	agent
IV-1-1	Name	SEPPO LAINE OY
IV-1-2	Address:	Itämerenkatu 3 B FIN-00180 Helsinki Finland
IV-1-3	Telephone No.	+358-9-68 59 560
IV-1-4	Facsimile No.	+358-9-68 595 610
IV-1-5	e-mail	seppo.laine@selpat.fi

PCT REQUEST


Original (for SUBMISSION) - printed on 02.03.2000 09:44:53 AM

V	D signation of States	
V-1	Regional Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	<p>AP: GH GM KE LS MW SD SL SZ TZ UG ZW and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT</p> <p>EA: AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT</p> <p>EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT</p> <p>OA: BF BJ CF CG CI CM GA GN GW ML MR NE SN TD TG and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT</p>
V-2	National Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	<p>AE AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY CA CH&LI CN CR CU CZ DE DK DM EE ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN MW MX NO NZ PL PT RO RU SD SE SG SI SK SL TJ TM TR TT TZ UA UG US UZ VN YU ZA ZW</p>
V-5	Precautionary Designation Statement In addition to the designations made under items V-1, V-2 and V-3, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) of the State(s) indicated under item V-6 below. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit.	
V-6	Exclusion(s) from precautionary designations	NONE
VI-1	Priority claim of earlier national application	
VI-1-1	Filing date	04 March 1999 (04.03.1999)
VI-1-2	Number	990474
VI-1-3	Country	FI
VI-2	Priority document request The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) identified above as item(s):	VI-1
VII-1	International Searching Authority Chosen	Swedish Patent Office (ISA/SE)

PCT REQUEST

VAL 188 PCT

Original (for SUBMISSION) - printed on 02.03.2000 09:44:53 AM

VIII	Check list	number of sheets	electronic file(s) attached
VIII-1	Request	4	-
VIII-2	Description	15	-
VIII-3	Claims	4	-
VIII-4	Abstract	1	val188pct.txt
VIII-5	Drawings	5	-
VIII-7	TOTAL	29	
	Accompanying items	paper document(s) attached	electronic file(s) attached
VIII-8	Fee calculation sheet	✓	-
VIII-16	PCT-EASY diskette	-	diskette
VIII-17	Other (specified):	Copy of official action	-
VIII-18	Figure of the drawings which should accompany the abstract	1	
VIII-19	Language of filing of the international application	Finnish	
IX-1	Signature of applicant or agent		
IX-1-1	Name	SEPPON LAINEN OY	
IX-1-2	Name of signatory	Simo Hovi	

FOR RECEIVING OFFICE USE ONLY

10-1	Date of actual receipt of the purported international application	02 MAR 2000	(02 -03- 2000)
10-2	Drawings:		
10-2-1	Received		
10-2-2	Not received		
10-3	Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application		
10-4	Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2)		
10-5	International Searching Authority	ISA/SE	
10-6	Transmittal of search copy delayed until search fee is paid		

FOR INTERNATIONAL BUREAU USE ONLY

11-1	Date of receipt of the record copy by the International Bureau	
------	--	--

**MENETELMÄ KONESUUNTAISEN RATAKOSTEUDEN SÄÄTÄMISEKSI
PÄÄLLYSTYSKONEELLA**

5

Tämän keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdannon mukainen menetelmä paperin tai vastaavan päällystetyn ratamateriaalin kuten kartongin kuivatukseen käytettävä ohjaus- ja säätöstrategia päällystyskoneissa, joissa päällystettävä rata kulkee yhden tai useampia päällystysasemia sekä kuivaimia käsittävän päällystyskoneen lävitse.

Päällystettyä paperia tai kartonkia valmistettaessa sen pinnalle levitetään päällysteaineita veteen sekoitettuna.

15 Päällysteseoksen levittämisen ja tasoittamisen jälkeen radan pinnalla oleva päällystemassa ja pohjamateriaalirata täytyy kuivata riittävän kuivaksi loppukäyttöä tai jatkokäsittelyä varten. Päällystettyjä paperilaatuja valmistettaessa suurin osa käytettävästä energiasta kuluukin radan

20 kuivattamiseen jälkikäsittelyn eri vaiheissa, joten kuivatuksen energiakäytön hallinta on erityisen tärkeää tuotannon kannattavuuden kannalta. Oikealla kuivatustavalla on vaikutusta myös valmistettavan paperin laatuun. Koneensuuntaisen kosteuden hallinta, eli valmistettavan paperin kosteuden pitäminen tasaisesti samansuuruisena on sekin erittäin tärkeää valmistettavan paperin laadun kannalta. Paperin kosteus vaikuttaa erityisesti kalanteroitavuuteen ja painettavuuteen. Koska nykyisin käytetään on-line kalanteroointia, jossa päällystetty rata menee suoraan kalanteril-

25 le, radan kosteus ei ehdi tasaantua ennen kalanterointia samalla tavoin kuin off-line kalanteroinnissa, jolloin päällystettyä rataa säilytettiin ennen kalanterointia tampo-
puurirullalla. Vastaavasti paperin kuljetusketju paperitehtaasta painoihin ja muille käyttäjille on nopeutunut, joten

30

kalanteroimattomankaan paperin kosteus ei ehdi välttämättä tasaantua ja laskea riittävän alhaiselle tasolle ennen painatusta. Radan kosteus vaikuttaa päällystettäessä veden imeytymiseen rataa päällystettä levitettäessä ja siten
5 päällysteen kuiva-ainepitoisuuden muuttumiseen päällystyk-
sen jälkeen. Kuiva-ainepitoisuuden muuttuminen vaikuttaa moniin seikkoihin päällystystapahtumassa, joten radan kosteuden pitäminen päällystytksen ja kuivatuksen aikana tarkasti oikeissa rajoissa on tärkeää tasaisen ja oikeanlaisen
10 valmistustuloksen kannalta.

Tavallisesti päällystettyä rataa kuivataan heti päällystytksen jälkeen kosketuksettomilla kuivaimilla, minkä jälkeen voidaan käyttää tarvittaessa sylinterikuivaimia tai muita
15 kosketuksellisia kuivaimia. Radan kosteutta mitataan useissa pisteissä päällystyskoneen pituudella ja kunkin kuivaimen kuivatustehoa säädetään mittaustuloksen perusteella siten, että mittauspisteessä saadaan oikea kosteus koneen poikittaissuunnassa ja tietyissä rajoissa ajon aikana pysy-
20 vä kosteusarvo, eli saadaan koneensuuntainen kosteus pysymään asetusarvossa. Kuivatusteho asetetaan koeajojen ja kokemusperäisten tietojen perusteella sopivaan perusasetukseen ja kuivainten tehoja säädetään ajon aikana mittaustulosten perusteella automaattisesti tai käsin. Tavallisesti
25 yksi kuivain tai kuivainryhmä toimii loppukosteuden säätimenä, jonka tehoa muutetaan takaisinkytketyn mittauksen avulla. Muut kuivaimet toimivat tällöin käsisäätöisesti. Tällainen säätötapa on hyvin hidas ja kuivainten toimintahitauden huomioon ottaminen on vaikeaa, jos kuivaintehoja
30 halutaan muuttaa nopeasti. Radan lämpötila ennen päällystysasemaa on pidettävä riittävän alhaisena, jotta levitettävä päällyste ei flokkaantuisi. Tämän takia kuivatustehon hallinta erityisesti kuivatuksen loppuosalla ennen seuraa-

vaa päällystysvaihetta on tärkeää. Ratalämpötila vaikuttaa myös päällystettävän radan laatuun.

Erityisesti ajo-olosuhteiden muuttuessa tai konetta käynnistettäessä eli niin sanotun ylösajon aikana oikeiden kuivaintehojen nostaminen ja asettaminen kohdalleen vaatii hyvää koneen käyttäjien ammattitaitoa. Päällystyskoneen kuivaintehojen saaminen ylösajossa tai ajo-olosuhteiden muuttua prosessin kannalta edulliseen tasapainotilaan vaatii aikaa ja tällöin tuotettava paperi tai kartonki ei täytä laatuvaatimuksia ja on siten ajettava pulpperiin. Koneen tehokkuuden kannalta olisikin edullista saada ylösajoajat ja muutosajat mahdollisimman lyhyiksi. Edellä kuvatulla menetelmällä on myös vaikeaa optimoida käytettävän kuivatusenergian määrää, koska jokaista kuivainta ohjataan erikseen eikä niiden keskinäisiä tehosuhteita voida helposti muuttaa. Yhden tai useamman kuivaimen vaurioituminen on vaikeaa kompensoida, koska prosessi on suunniteltu toimimaan kaikkien kuivainten ollessa toiminnassa.

Tämän keksinnön tarkoituksena on saada aikaan menetelmä, jonka avulla päällystettävän radan koneensuuntaista kosteutta voidaan säätää optimoidusti koko päällystys- ja kuivustapahtuman kosteudenmuutokset huomioon ottaen. Käytännössä tämä tarkoittaa päällystyskoneen kaikkien kuivainten integroitua säätämistä hallitun ja energiankulutuksen sekä valmistuslaadun kannalta optimaalisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

Keksintö perustuu siihen, että jokaiselle radan kuivumiseen vaikuttavalle prosessin osalle ja laitteelle muodostetaan matemaattinen ominaishaihdutusta kuvaava malli ja yksittäisten mallien avulla muodostetaan malleja ketjuttamalla

kokonaisprosessin malli, jonka avulla hallitaan prosessin kuivatustapahtumaa siten, että yksittäisiä laitteita ohjataan prosessin osana.

- 5 Täsmällisemmin sanottuna keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön avulla saavutetaan huomattavia etuja.

10

- Keksinnön mukaisen mallin avulla voidaan laskea suoraan jokaisen kuivaimen jälkeinen lähtökosteus, kun kuivaimen ominaishaihdutus ja radan tulokosteus tiedetään. Kun mallit ketjutetaan, voidaan laskea kosteus eri paikoissa päällystyskonetta ja tietenkin tärkeimpänä radan loppukosteus. 15 Mallin avulla kuivainten tehoja voidaan säätää niiden ominaisuuksien mukaan siten, että eri tyyppisten kuivainten ominaisuudet tulevat parhaiten huomioiduksi. Koska infra-punakuivaimet toimivat nopeasti, niitä voidaan käyttää esimerkiksi ylösajossa kokonaiskuivaintehon säätöön ja muiden 20 kuivainten tehot voidaan nostaa siten helpommin normaalin ajon aikana tarvittavaan tehoon ottamalla huomioon kuivaimen hitaus malliin sijoitettujen viivetekijöiden avulla. Viivetekijöiden avulla voidaan hallita todellisia prosessin 25 viiveitä.

- Koska keksinnön mukaisesti hallitaan koko prosessia, kuivainten tehot voidaan jakaa halutulla halutulla tavalla ja erityisesti jonkin kuivaimen vaurioiduttua sen kuivatusteho 30 voidaan jakaa muille kuivaimille eikä päällystyskoneen toimintaa tarvitse keskeyttää korjauksen ajaksi. Samoin koska radan alkukosteus ja radalle päällysteen mukana tuotu vesimäärä tiedetään, mallin avulla voidaan laskea estimaatti

radan kosteudelle prosessin eri osissa ja erityisesti ennen kiinnirullausta. Mallin avulla loppukosteus voidaan laskea niin tarkasti, että jopa kosteusmittareiden vaurioituttua valmistusta voidaan jatkaa mallin ohjaamana.

5

Kaiken kaikkiaan keksinnön avulla saadaan aikaan nopeampi ja tarkempi säätö kuin käsisäädön ja yksittäisten kuivainten takaisinkytketyn säädön avulla.

10

Keksintöä selitetään seuraavassa tarkemmin oheisten piirustusten avulla.

15 Kuvio 1 esittää päällystyskonetta tai sen osaa, jossa on yksi päällystysasema ja kuivaimia.

Kuvio 2 esittää päällystyskonetta tai sen osaa, jossa on kaksi päällystysasema ja niillä molemmilla omat kuivaimensa.

20

Kuvio 3 on kaaviokuva tilanteesta, jossa päällystyskoneen radan nopeus muuttuu.

25 Kuvio 4 on kaviokuva tilanteesta, jossa kuivatustehoa säädetään nopeuden muutoksen mukaisesti.

Kuvio 5 on lohkokaavio menetelmän toiminnasta.

30 Kuviossa 1 on esitetty kaaviokuvana yksi päällystysasema 1, siihen liittyvät kuivaimet 2 - 6 sekä lohkokaaviona kuivainten 2 - 6 tehon säätöön liittyvät toimenpiteet. Radan 8 kulkusuunnassa katsottuna on ensimmäiseksi päällystysasema 1, jolla ainakin radan toiselle puolelle levitetään pääl-

lystettä tai muuta käsittelyainetta kuten pintaliimaa. Päällystysaseman tyyppi ei vaikuta keksinnön soveltamiseen, joten se voi olla mikä tahansa sopiva laite, esimerkiksi lyhytviipymäpäällystin, filminsiirtopuristin, teräpäällystysasema tai spraypäällystin. Päällystysasemalla voidaan
5 päällystää vain radan 8 toinen puoli, mikä on tavallisinta, tai molemmat puolet. Kuivainten 2 - 6 rakenne muuttuu tietenkin sen mukaan, käytetäänkö kaksipuolista tai yksipuolista päällystystä samalla asemalla, mutta kaikkien kuivainten toiminta voidaan mallintaa keksinnön mukaisesti.
10

Päällystysaseman jälkeen seuraa ensin infrapunakuivain 2, sitten kolme ilmakeivainta 3 - 5 ja lopuksi useista kuivainsylintereistä 7 koostuva kuivainsylinteriryhmä 6. Kuivainsylinteriryhmällä 6 rata 8 kuivataan lopulliseen kosteus-
15uspitoisuuteen ja rata 8 johdetaan kosteusmittarin 9 kautta kiinnirullaimelle 10.

Prosessia ohjataan tietokoneen avulla. Fyysisesti ohjaustietokone voi olla osa päällystyskoneen ohjaustietokoneen
20 ohjelmiston osa, yksi erillinen kosteuden säätöä varten varattu tietokone tai prosessori tai fyysisesti eri paikkoihin jaettu ohjelmisto ja tietokanta. Ohjausjärjestelmä sisältää kunkin kuivaimen haihdutusmallin ja näistä koostuvan kokonaishaihdutusmallin. Lisäksi ohjausjärjestelmän tietokantaan 11 kerätään mittaamalla tai suoraan päällystyskoneen ohjausjärjestelmän tiedoista prosessin statustiedot, eli koneen ja mallin hetkellinen tila. Tilatiedot käsittävät muun muassa päällystysaseman tilan, eli päällystemäärän, kuiva-ainepitoisuuden, jne, kuivainten tehot, loppukosteuden kuivainten jälkeen ja kiinnirullaimella 10 mitatun radan nopeuden.
30

Kuviossa 2 on esitetty järjestelmä, johon kuuluu kaksi
päällystysasemaa ja niihin liittyvät kuivaimet. Tässä esi-
merkissä nämä ovat järjestelmän kaksi viimeistä päällystin-
tä ja järjestelmään voi kuulua useitakin tämänkaltaisia
5 päällystinaseman ja kuivainten muodostamia osajärjestelmiä.
Jokaista osajärjestelmää varten voi olla oma haihdutusmal-
linsa, tai edullisimmin koko päällystyskoneelle muodoste-
taan yksi malli, jolloin prosessin toimintaa voidaan hel-
pommin ohjata. Erityisesti radan kosteus voi olla ennen sen
10 johtamista seuraavaan päällystysvaiheeseen joissain tapauk-
sissa suurempi kuin radan loppukosteus, jolloin rata kulkee
päällystyskoneen läpi keskimäärin kosteampana kuin se tulee
kiinnirullaimelle. Tällaisessa tapauksessa kuivatustehoa
tarvitaan enemmän viimeisen päällystysaseman jälkeen kuin
15 edellisillä asemilla, mikä on helppo ottaa huomioon keksin-
nön mukaisen menetelmän avulla siirtämällä seuraavan osan
jälkeisen kosteuden laskettu tai mitattu kosteusarvo edel-
lisen osajärjestelmän haihdutustehon laskentaan. Paperiko-
neelta päällystettäväksi tulevan radan radan kosteus on
20 noin 1,5 - 4% ja käsitellyn radan kosteus 4 - 6%. Radan
kosteusarvot eri käsittelyn vaiheessa voivat vaihdella pal-
jonkin ja myös loppu ja alkukosteuden arvot vaihtelevat
valmistettavan laadun mukaan. Tarvittaessa radan alkukoste-
us voidaan laskea mallin antaman ajotilanteen haihdutusmää-
25 rän ja ennen kiinnirullausta mitatun loppukosteuden mukaan.

Keksinnön mukaisella menetelmällä pyritään päällystyskoneen
konesuuntaisen kosteuden tarkkaan kokonaishallintaan kai-
kissa tuotantotilanteissa ja siirryttäessä tuotantotilaan,
30 eli ylösajossa sekä nopeusmuutosten ja päällystystapahtuman
muutosten aikana. Menetelmällä kyetään hallitsemaan useita
päällystyskoneen kuivaimia samanaikaisesti siten, että ta-
voitekosteus saavutetaan. Keksinnön mukaisen uuden lähesty-

mistavan mukaan muodostetaan kullekin kuivainyksikölle matemaattinen ominaishaihduitusta kuvaava malli, jota hyödynnetään kokonaissäätöstrategiassa laskettaessa kuivainkohtaiset asetusarvot. Muodostettuja ominaishaihdituslaskentamalleja käytetään ketjutetusti kuvaamaan kokonaisprosessia, minkä lisäksi käytetään tiettyjä prosessimittauksia. Matemaattisten malliyhtälöjen parametrejä voidaan päivittää laji- ja toimintapistekohtaisesti joko off-line- tai on-line-menetelmiä käyttäen. Tällä tavoin saadaan muodostettu laskennallinen malli vastaamaan tarkasti käytettävän päällystyskoneen toimintaa erilaisilla valmistettavilla laaduilla ja eri prosessiolosuhteissa.

Menetelmää voidaan soveltaa sekä ns. off-machine että on-machine päällystyskoneisiin, sen avulla voidaan toteuttaa normaalin tuotantotilanteen vaatimat kuivainten ohjaukset että ohjaukset tilanteissa, jolloin ollaan siirtymässä tuotantotilaan. Normaalilla tuotantotilanteella tarkoitetaan tilannetta, jolloin konenopeudessa ei tapahdu muutoksia tai konenopeuden muutokset eivät vaikuta laatuun. Konenopeuden muutostilanteet ja koneen ylösajo edustavat muutos- ja siirtotiloja/-tilanteita. Menetelmässä käytetään laatumittausjärjestelmästä tai muualta, kuten päällystyskoneen ohjausjärjestelmästä saatavia rataakosteuden, neliöpainon, päällystemäärän, päällysteen kuiva-ainepitoisuuden ja ratalämpötilan mittaussarvoja. Laatumittausjärjestelmän mitta-anturit voivat olla joko kunkin päällysteasemayksikön viimeisimmän kuivaimen jälkeen ja ennen kiinnirullainta vastaten täydellistä mittauskonseptia tai osa ns. välikosteusmittauksista voi puuttua, jolloin käytetään hyväksi kuivatusmallin laskemia rataakosteuden estimaatteja, jotka vastaavat tarkasti todellista tilannetta erityisesti silloin, kun malliyhtälöiden parametrit on päivitetty.

Tarkasteltavassa menetelmässä lasketaan matemaattisiin malleihin perustuen kunkin kuivaimen tai kuivumistapahtumaan vaikuttavan prosessiyksikön ominaishaihdutuskyky esim. ilmoitettuna $\text{kgH}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{h}$. Laskentaan sisältyvät päällystysasemat, infrapunakuivaimet, leijukuivaimet, sylinterikuivaimet ja muut päällystyskoneella käytettävät kuivaimet sekä kuivaimien väliset vapaat vedot. Vapaat vedotkin on tärkeä mallintaa ja ottaa mukaan kokonaismalliin, koska kuivaimilta tulevista kuumasta radasta haihtuu niiden osalla nestettä.

Päällystysasemalla päällystysteen mukana tuodaan paperin pinnalle tietty ylimäärä vettä, joka kuivaimilla pitää poistaa. Kun radan alkukosteus ja päällystemäärä sekä päällysteen sisältämä vesimäärä tiedetään, voidaan laskea radan nopeuden perusteella tarvittava kokonaishaihdutusteho ja jakaa se eri kuivaimille. Tavoitteena on ajaa kunkin päällystysaseman jälkeinen ns. välikosteus ja tuotteen loppukosteus halutuiksi ohjaamalla päällystyskoneen kuivaimia yhtenäisenä järjestelmänä. Ominaishaihdutuslaskennassa käytetään hyväksi mittaustietoja ratakosteudesta, -lämpötilasta, -nopeudesta ja ympäröivän ilman kosteudesta. Ominaishaihdutusmalleja käyttäen voidaan laskea estimaatti kunkin kuivaimen jälkeiselle ratakosteudelle. Samoin voidaan laskea ratalämpötilan muutos kussakin yksikössä ja yksikön jälkeinen ratalämpötila. Kytkemällä kuivainten ja vapaavetojen matemaattiset malliyhtälöt toisiinsa saadaan kokonaisjärjestelmän ketjutettu malli. Tällöin siis edelliselle kuivaimelle laskettuja ratakosteuden ja ratalämpötilan lähtöarvoja käytetään seuraavalla kuivaimella syöttötietoina eli tulevan radan kosteuden ja lämpötilan arvoina.

Menetelmässä kunkin päällystysyksikön jälkeistä välikosteutta ja tuotteen loppukosteutta kiinnirullaimella säädetään käyttämällä hyväksi päällystyskoneen kuivainten ominaishaihdutuslaskentamalleja. Mallien avulla lasketaan kullekin kuivaimelle sellaiset ohjaus- ja säätösuureiden asetusravot, jotta halutut väli- ja loppukosteudet saavutetaan. Tämä koskee myös konenopeuden muutostilannetta. Säätö suoritetaan sekä suljettuna että ennakoivana säätönä. Laatutumittausjärjestelmästä saatavaa kosteusmittaustietoa käytetään takaisinkytkentään, jolla korjataan päällystyskoneen joko yhden tai useamman kuivaimen asetusarvoja. Ennakoivassa säädössä, jota käytetään konenopeuden muutosten yhteydessä, hyödynnetään ominaishaihdutuslaskentamalleista saatavia konenopeuden lopputilaa vastaavia kuivainten asetusarvojen estimaatteja. Tässä selityksessä ei kuvata itse mallien laatimista, jota varten löytyy matemaattisia työkaluja alan kirjallisuudesta.

Ensimmäiseksi keksinnön mukaisessa menetelmässä on laskettava järjestelmän eri laitteiden ominaishaihdutus. Päällystyskoneen erilaisten kuivainten ominaishaihdutus $\text{kgH}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{h}$ lasketaan joko automaatiojärjestelmässä tai tähän välittömässä yhteydessä olevassa erillisessä laskentayksikössä. Päällystyskoneen kuivainten laskentamallit käsittävät päällystysasemat, infrapunakuivaimet, leijukuivaimet ja sylinterikuivaimet ja muut päällystyskoneella käytetyt kuivaimet sekä kuivaimien väliset vapaat vedot. Laskentamallit huomioivat kunkin kuivaimen karakterististen ohjausmuuttujien sekä prosessisuureiden vaikutuksen ominaishaihdutukseen. Tällaisia muuttujia ovat radanopeus, radan tulokosteus ja lämpötila, neliöpaino, päällystemäärä, päällysteen kuiva-aine-pitoisuus ja koostumus, ilman kosteus, infrapunakuivaimen teho (kW/m), leijukuivaimen puhallusilman lämpötila ja

puhallusilman virtausnopeus, sylinterikuivainten höyrynpaine ja virtaus. Laskennan tuloksena saadaan kunkin kuivainyksikön ominaishaihhdutus, kuivaimesta poistuvan radan kosteuspitoisuus ja radan lämpötila ko. tarkastelupisteessä
5 käytettäessä valittuja ohjausmuuttujia.

Kuivatusmallien karakteristisia parametreja voidaan korjata laatumittauksetietojen perusteella esim. paperilaji- ja toimintapistekohtaisesti. Tällä tavoin saadaan malli sovitettua vastaamaan tarkasti todellista toimintatilannetta ja
10 käytettävän päällystyskoneen ominaisuuksia. Tällöin mallin antamaa ratakosteuden estimaattia jossain radan kohdassa, esimerkiksi ennen kiinnirullausta, verrataan mittalaitteiden antamaan todelliseen kosteustietoon. Tämän perusteella
15 muodostetaan mallin virhe, jota käytetään malliparametrien korjauslaskennassa. Korjauslaskenta voidaan tehdä joko offline laskentana automaatiojärjestelmässä tai tähän liitettyssä muussa järjestelmässä tai suoraan on-line laskentana automaatiojärjestelmässä, käyttäen asianmukaisia laskentarutiineja esim. pienimmän neliösumman menetelmää tai vas-
20 taavia rekursiivisia algoritmeja. Tällöin kuivaimia ohjataan erillisen strategian mukaisesti siten, että kaikkia muita kuivaimia paitsi sitä, jonka malliyhtälön parametreja tarkastellaan ajetaan vakioteholla. Parametrien päivityksen
25 aikana ko. kuivaimen ohjauksiin tehdään käytetyn identifiointimenetelmän mukaisesti asianmukaisia muutoksia esim. asetusarvon askelmaisia muutoksia tai kytketään PRBS - signaali (Pseudo-Random-Binary-Signal) asetusarvoihin, jotta tarkasteltavassa järjestelmässä olisi identifiointimenetelmän vaatima riittävä määrä vaihteluita parametrien las-
30 kenta-algoritmin konvergoitumiseksi. Paperilaji- ja prosessin toimintapistekohtaiset malliyhtälöjen parametrien arvot voidaan tallentaa erilliseen tietokantaan tai automaa-

tiojärjestelmän lajiresepteihin

Ratakosteuden konesuuntainen säätö tapahtuu keksinnön mukaan seuraavasti. Tarkasteltavassa menetelmässä mallipoh-
5 jainen kosteussäätäjä muodostaa mitatun ratakosteusarvon ja tavoitekosteusarvon erosta ohjausviestin, jonka laskennassa hyödynnetään yksittäisten kuivainten matemaattisista mal-
leista muodostettua yhdistettyä säätömallia. Laskenta pe-
rustuu kuivainten ominaishaihdutustehoon ja vallitseviin
10 prosessiolosuhteisiin. Mallien avulla lasketaan kullekin kuivaimelle sellaiset ohjaus- ja säätösuureiden asetusar-
vot, jotta halutut väli- ja loppukosteusarvot saavutetaan. Konenopeuden muutostilojen yhteydessä säätöalgoritmi laskee kuivainten tehon muutostarpeen radanopeuden muuttuessa.

15

Normaalissa tuotantotilanteessa, jolloin radanopeus ei muu-
tu säätö toteutetaan takaisinkytkettynä säätönä, jolloin
kosteuden asetusarvon ja mittauksen perusteella muodoste-
taan tieto kosteuserosta, jonka perusteella säätöalgoritmi
20 tekee käyttäjän määrittämässä laajuudessa tarvittavat muu-
tokset tietokoneen säätämiksi valittujen kuivainten tehoi-
hin. Kaikki kuivaimet ovat valittavissa tietokonesäädölle
tai vastaavasti käsisäädölle, mutta keksinnön mukaan aina-
kin yhden kuivaimen tehoa on voitava säätää tietokoneen
25 avulla tapahtuvan malliohjauksen avulla. Tällöin kuvion 2
mukaisesti joko välikosteusmitta-anturilta 12 tai ennen
kiinnirullausta 10 olevalta laatumittausanturilta 9 saadaan
ratakosteuden oloarvo, jota säätöohjelma vertaa asetusar-
voon. Asetusarvon ja mittauksen kosteuseron perusteella
30 lasketaan vastaava kokonaisvesimäärän (ΔH_2O) muutos, joka
tietokonesäädölle valittujen kuivaimien pitää saada aikaan.
Mikäli kosteusero on etumerkiltään positiivinen pitää omi-
naishaihdutusta lisätä. Negatiivisessa tapauksessa pienen-

tää. Kokonaisvesimääräero (ΔH_2O) jaetaan tietokonesäädölle valituille kuivaimille ($i = 1..N$) suhteellisella painokertoimella (0-100 %) painotettuna siten, että painokertoimien summa on kuitenkin 100. Kosteusero, eli tarvittava tehon muutos, voidaan jakaa kuivaimille myös muullakin tavalla painottamalla. Painokertoimet voidaan valita esimerkiksi kuivainten haihdutustehojen suhteessa tai halutun välikos-
teuden perusteella. Suhteellisessa jaossa kunkin painokertoimen osoittama osuus vesimääräerosta kohdistuu valitulle kuivaimelle. Ominais haihdutusmalleja käytetään laskettaessa
10 vaadittavat muutokset kunkin kuivaimen ohjausten asetusarvoihin. Uudet asetusarvot välitetään tämän jälkeen yksikkösäädinpiireille, jotka toteuttavat asetusarvojen muutokset.

15

Kuvion 3 esittää tilannetta, jossa konenopeus muuttuu. Tällöin toteutetaan säätö ennakoivasti. Tehtäessä konenopeudessa muutos pisteestä A pisteeseen C, menetellään seuraavasti. Pisteessä A lasketaan päällystyskoneen kuivaimille
20 pistettä C vastaavat uudet asetusarvot malliyhtälöjen perusteella siten, että huomioiden konenopeuden muutoksesta aiheutuva korjaus asetusarvoihin. Uudet asetusarvot voidaan välittää yksikkösäädinpiireille joko välittömästi konenopeuden muutoksen alkaessa (piste A) tai inkrementteittäin
25 konenopeusmuutoksen aikana kuvion 4 mukaisesti. Tähän valintaan vaikuttavat konenopeuden muutoksen suuruus (ΔU), muutos aika (ΔT) ja valitun kuivaimen tai yksikön dynaaminen käyttäytyminen. Koneen ylösajon aikana menetellään
esim. kuvan 3 käyrän oikeanpuoleisen esitystavan mukaisesti. Pisteessä A' lasketaan joko pistettä B' tai pistettä C'
30 vastaavat uudet asetusarvot yksikkösäädinpiireille malliyhtälöjen avulla. Mikäli koneen kiihdytys tehdään välivaiheen B' kautta voidaan tavoitenopeutta C' vastaavat asetusarvot

välittää joko pisteessä A', B' tai inkrementteittäin porrastaen (Kuva 4). Dynamiikaltaan nopeille kuivaimille, kuten infrapunakuivaimille, voidaan asetusarvojen alku- ja loppupisteiden arvojen perusteella laskea haluttu määrä inkrementtipisteitä, jotka aktivoituvat kun konenopeus on saavuttanut ko. asetusarvoa vastaavan nopeuden. Toisaalta mikäli esim. leiju- ja sylinterikuivainten dynamiikan hitaus (aikavakio t) otetaan mukaan, voidaan pistettä C' vastaavat asetusarvot valituille kuivaimille välittää jo pisteessä (A' - t) tai huomioida hitaus inkrementtijaossa. Vaihetta B' käytetään yleisesti esim. päällystysasemien sulkemiseen. Tällöin, riippuen ajasta (Δt), voidaan laskea myös pistettä B' vastaavat yksikkösäädinpiirien asetusarvot, joita käytetään lähtöarvoina siirryttäessä tilaan C'. Menetelmä kattaa myös tilanteet jolloin konenopeusmuutosten tai ylösajon aikana käytetään laatumittausjärjestelmästä saatavia täyden profiilin mittauksia tai osittaisia profiilimittauksia hyväksi. Osittaisessa profiilimittauksessa laatumittausjärjestelmän mitta-anturi voi olla ns. pistemittauksella (ei transversoi) tai mitta-anturi voi traversoida, eli kulkea radan poikki vain osittain, esim. 0.5 -1.0m leveydeltä. Tällöin aina uuden luotettavan mittaustiedon valmistuttua tehdään korjaus kuivainten asetusarvojen estimaatteihin malliyhtälöjen tai muun korjauslaskennan perusteella.

25

Kuviossa 5 on esitetty edellä kuvattu säätötapa hieman erityyppisenä kaaviona. Tässä kaaviossa esitetty säätötapa vastaa kuvioiden 1 ja 2 mukaista säätöä. Kuvion vasemmassa laidassa on kosteuden eroarvon määrittäminen. Ensin on määritettävä radanopeus, minkä jälkeen voidaan päällystepaksuuden, kosteuden, pohjaradan neliöpainon ja päällysteen kiintoainepitoisuuden perusteella määrittää kosteus tai kosteuden muutos ΔH_{20} ennen kuivausta. Kosteuden asetusar-

30

vo summataan mitatun eli kosteuden oloarvon kanssa, jolloin saadaan oloarvon ja asetusarvon erotus ΔM , josta voidaan laskea tarvittava kuivatustehon muutostarve, ΔH_{20} , joka summataan mahdollisiin prosessin muutoksista aiheutuviin muutoksiin. Näin saadun kuivainten kuivaustehon muutostarpeen perusteella lasketaan tarvittavat kuivatustehot ja uudet kuivainten asetusarvot käyttäen prosessin kokonaismallia ja prosessiolosuhteiden ja prosessin tilan arvoja. Uudet asetusarvot ilmoitetaan kuivaimille.

10

Keksinnön mukaista menetelmää voidaan soveltaa kaikenlaisiin paperin tai kartongin päällystysmenetelmiin ja laitteisiin, joissa pohjaradan pinnalle levitetään nestettä sisältävää päällysteseosta, joka kuivataan yhdellä tai useammalla kuivaimella. Tavallisesti järjestelmässä on kuitenkin useita kuivaimia ja keksinnön edut ovat sitä suuremmat, mitä monimutkaisemmasta päällystyskoneesta on kyse.

15

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä paperin tai kartongin päällystyksessä käytet-
tävän ainakin yhden päällystysaseman (1) ja ainakin yhden
5 kuivaimen (2 - 6) käsittävän laitekokonaisuuden kuivatuste-
hon säätämiseksi, jossa menetelmässä,

- levittää radan (8) pinnalle nestettä sisältävää pääl-
lysteseosta,

10

- kuivataan päällysteseoksella päällystettyä rataa (8)
haihduttamalla siitä nestettä kunnes radan (8) koste-
uspitoisuus on haluttu,

15

- muodostetaan niille päällystyskoneen osille, joilla
kosteutta poistuu radasta (8), ominaishaihdutusmalli,
joka kuvaa tällä osalla poistuvan nesteen määrää, ja

- määritetään tarvittava kokonaishaihdutusteho,

20

t u n n e t t u siitä, että

- ketjutetaan eri osien ominaishaihdutusmallit koko-
naishaihdutusmalliksi,

25

- jaetaan tarvittava kokonaishaihdutusteho kokonais-
haihdutusmallin mukaisesti laitekokonaisuuden kui-
vaimille, ja

30

- määritetään kuivaimille mallin mukaiset uudet ohja-
usarvot.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t -

t u siitä, että laitekokonaisuuden yhden kuivaimen tehoa säädetään kokonaishaihdutusmallin avulla ja muiden kuivainten teho asetetaan kiinteään arvoon.

5 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että ainakin kahden laitekokonaisuuden kuivai-
men tehoa säädetään kokonaishaihdutusmallin avulla.

10 4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että mitataan ainakin radan (8) loppukosteus,
verrataan mitattua kosteusarvoa asetusarvoon ja lasketaan
kokonaishaihdutusmallin avulla kuivaimille uudet haihdutus-
määrän asetusarvot.

15 5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että mitataan radan kosteus ainakin yhdessä
pisteessä ennen loppukosteuden mittaamista ainakin yhden
välikosteuden määrittämiseksi ja lasketaan mittaustuloksen
avulla ainakin mittaushaaran edeltäville kuivaimille uudet
20 haihdutusmäärän asetusarvot.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että määritetään radan alkukosteus ja sille
tuotu vesimäärää, lasketaan tarvittava kokonaishaihdutus-
25 määrä ja asetetaan kokonaishaihdutusmallin avulla kuivain-
ten tehot siten, että saavutetaan haluttu loppukosteus.

7. Patenttivaatimusten 5 ja 6 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että asetetaan kuivainten tehot mallilas-
30 kennan ja mittaustuloksen perusteella.

8. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä laitekokonai-
suuden kuivainten ominaishaihdutusmallien malliparametrien

korjaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että

- asetetaan yksi laitekokonaisuuden kuivain toimimaan kokonaishaihhdutusmallin ohjauksen mukaan,

5

- asetetaan laitekokonaisuuden muut kuivaimet toimi-
maan vakioteholla,

- muutetaan mallisäätöisen kuivaimen ohjaussignaaleja,

10

- verrataan kokonaishaihhdutusmallin antamaa kosteusar-
voa mitattuun arvoon, ja

- lasketaan mitatun ja mallin mukaan lasketun estima-
tin erotuksen avulla korjatut ominaishaihhdutusmallipa-
rametrit mallisäädölle asetetulle kuivaimelle.

15

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että mallisäätöisen kuivaimen ohjaussignaaleja
20 muutetaan askelmaisesti tai kytkemällä asetukseen Pseudo-
Random-Binary-signaali (PRBS).

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että laitekokonaisuuden edellisen kuivai-
25 men ominaishaihhdutusmallin antamia lähtöarvoja käytetään
seuraavan kuivaimen ominaishaihhdutusmallin tuloarvoina.

11. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että jaetaan tarvittava haihdutustehon
30 muutos kokonaishaihhdutusmallin avulla säädettävien kuivain-
ten kesken ennalta asetettujen painokertoimien suhteessa.

12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä ainakin kaksi

päällystysasemaa ja vastaavat kuivaimet käsittävän laitekokonaisuuden kuivatustehon säätämiseksi, t u n n e t t u siitä, että ketjutetaan päällystysaseman ja vastaavat kuivaimet käsittävien osajärjestelmien kokonaishaihdotusmallit
5 ainakin lähettämällä edellisen osajärjestelmän mallille seuraavan osajärjestelmän jälkeinen mitattu ratakosteu-
den arvo.

13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ainakin kaksi päällystysasemaa ja vastaavat kuivaimet käsittävän laitekokonaisuuden kuivatustehon säätämiseksi, t u n n e t t u siitä, että ketjutetaan päällystysaseman ja vastaavat kuivaimet käsittävien osajärjestelmien kokonaishaihdotusmallit keskenään muodostamalla osajärjestelmien kokonaishaihdotusmal-
15 leista laitekokonaisuuden kokonaishaihdotusmalli.

(57) Tiivistelmä

Menetelmä, jonka avulla päällystettävän radan koneensuuntaista kosteutta voidaan säätää optimoidusti koko päällystys- ja kuivatustapahtuman kosteudenmuutokset huomioon ottaen. Päällystyskoneen kaikkia kuivaimia säädetään integroidusti hallitun ja energiankulutuksen sekä valmistuslaadun kannalta optimaalisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Jokaiselle radan kuivumiseen vaikuttavalle prosessin osalle ja laitteelle muodostetaan matemaattinen ominaishaihdutusta kuvaava malli ja yksittäisten mallien avulla muodostetaan malleja ketjuttamalla kokonaisprosessin malli, jonka avulla hallitaan prosessin kuivatustapahtumaa siten, että yksittäisiä laitteita ohjataan prosessin osana.

Fig. 1

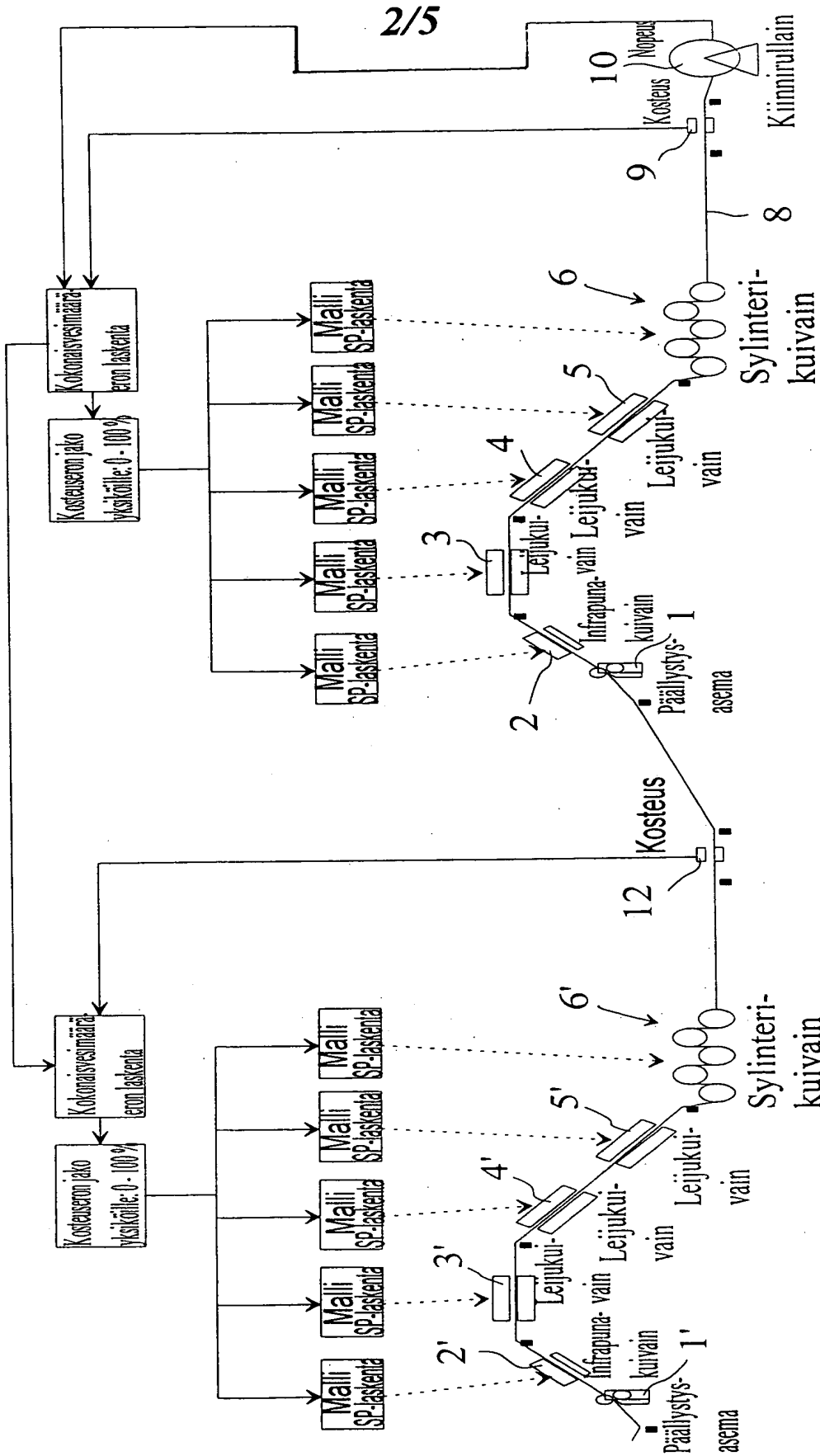


Fig. 2

Asema N

Asema N-1

3/5

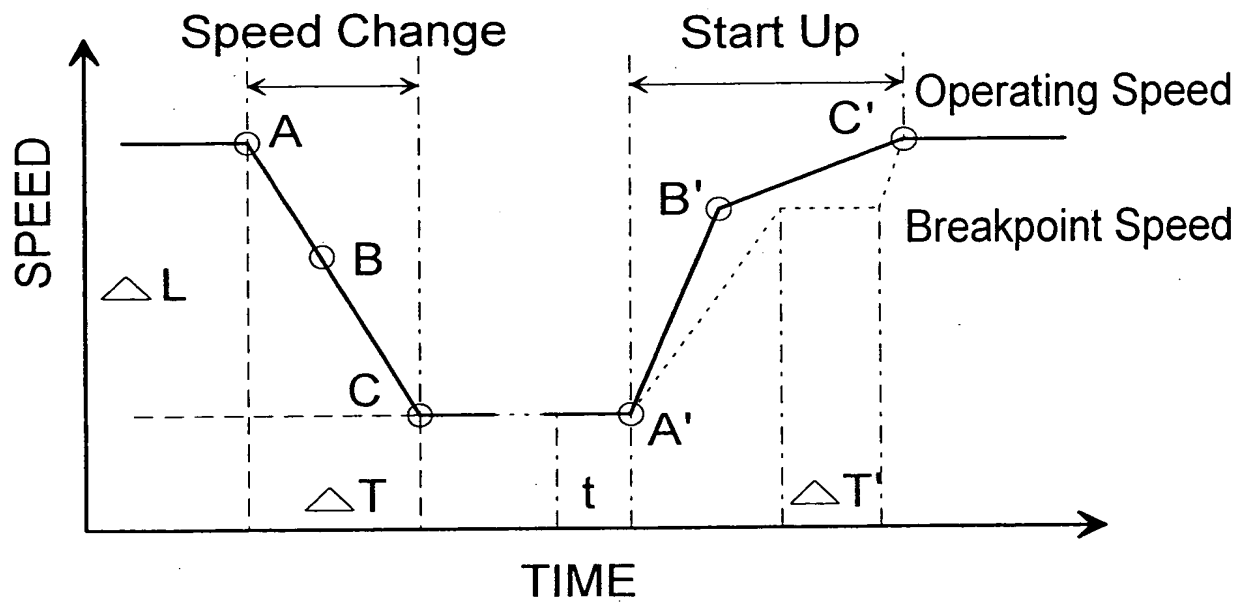


Fig. 3

4/5

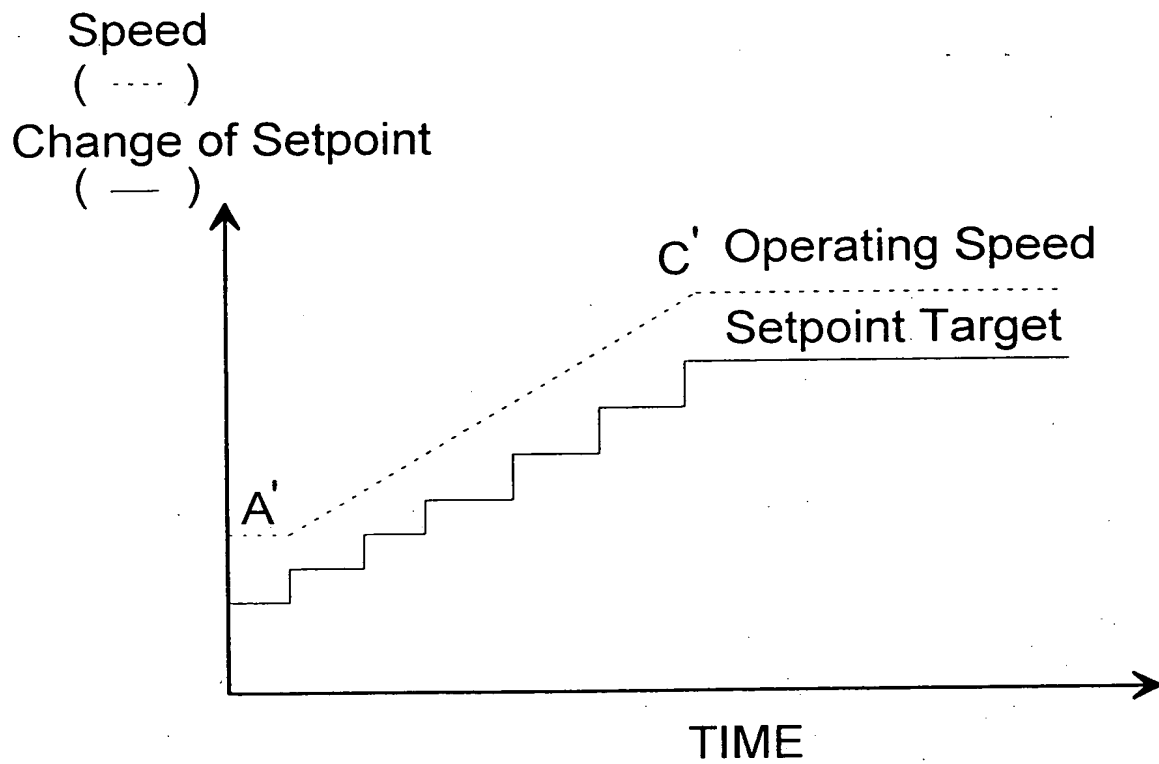


Fig. 4

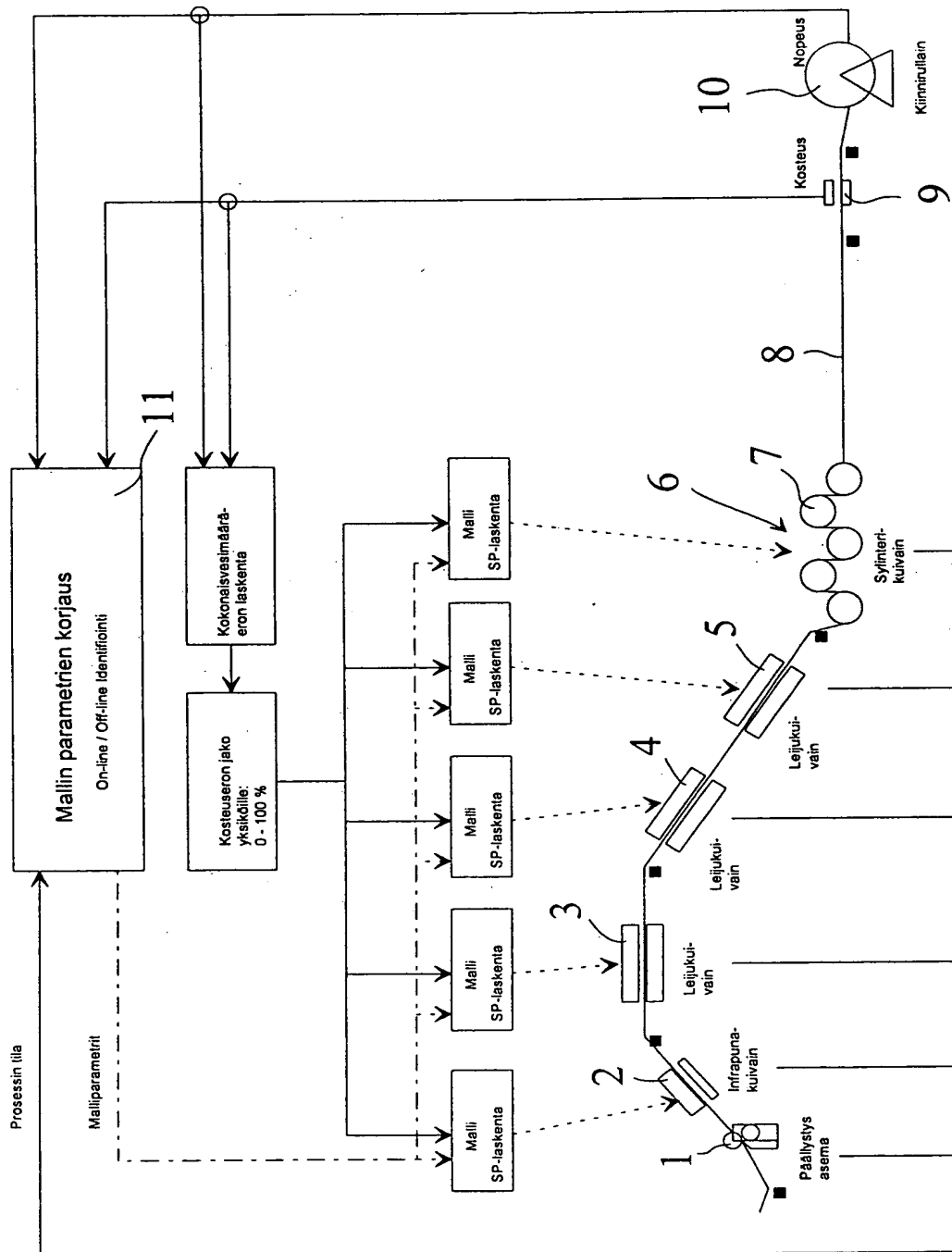


Fig. 1

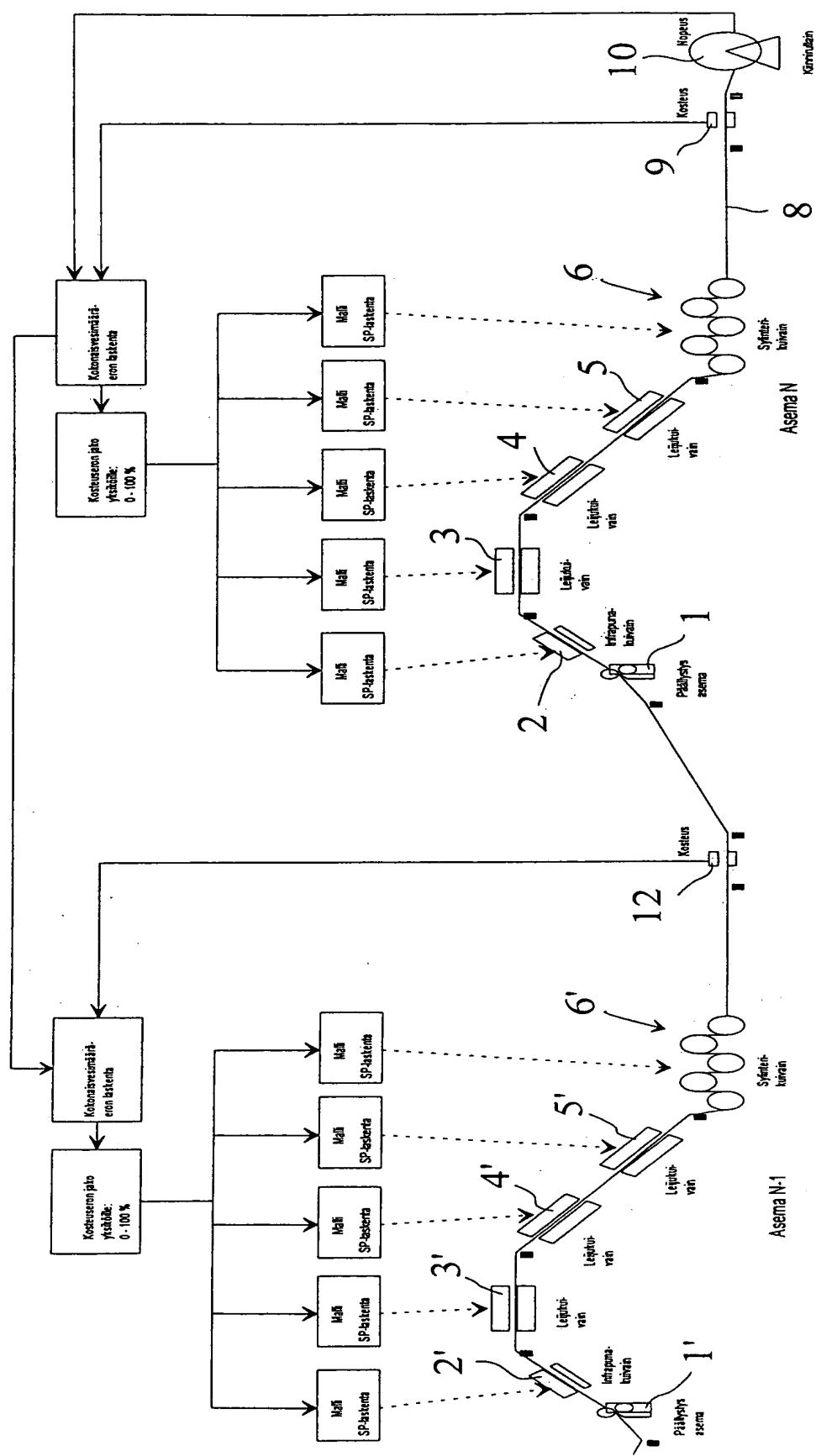


Fig. 2

3/5

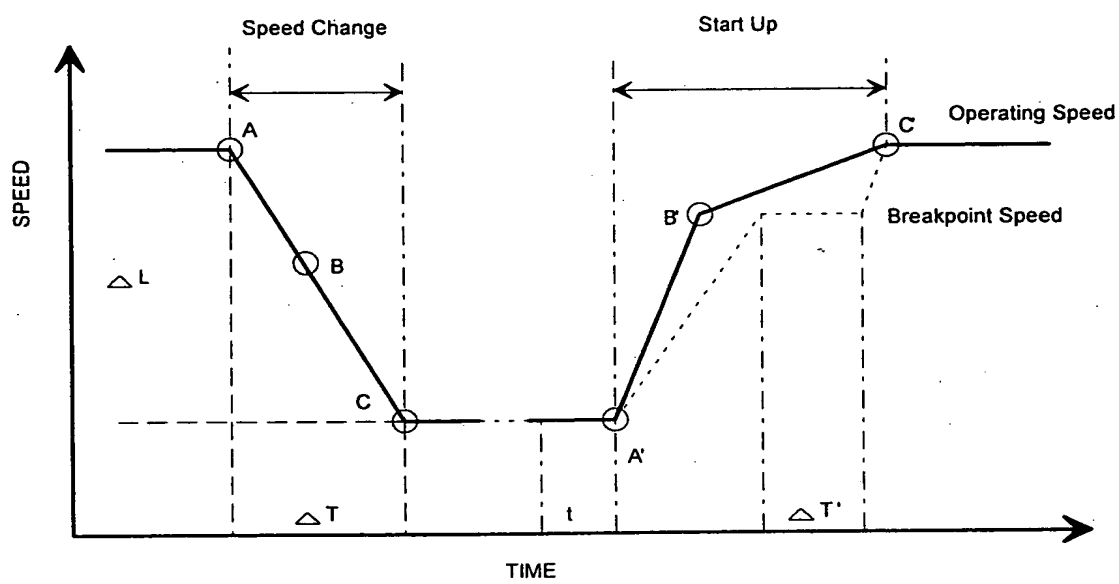


Fig. 3

4/5

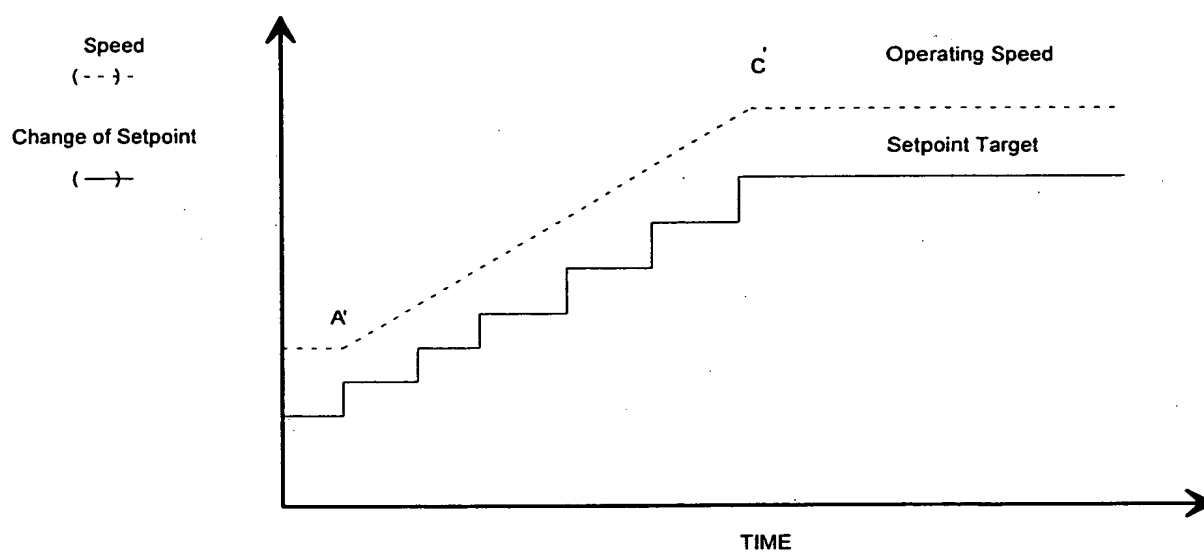
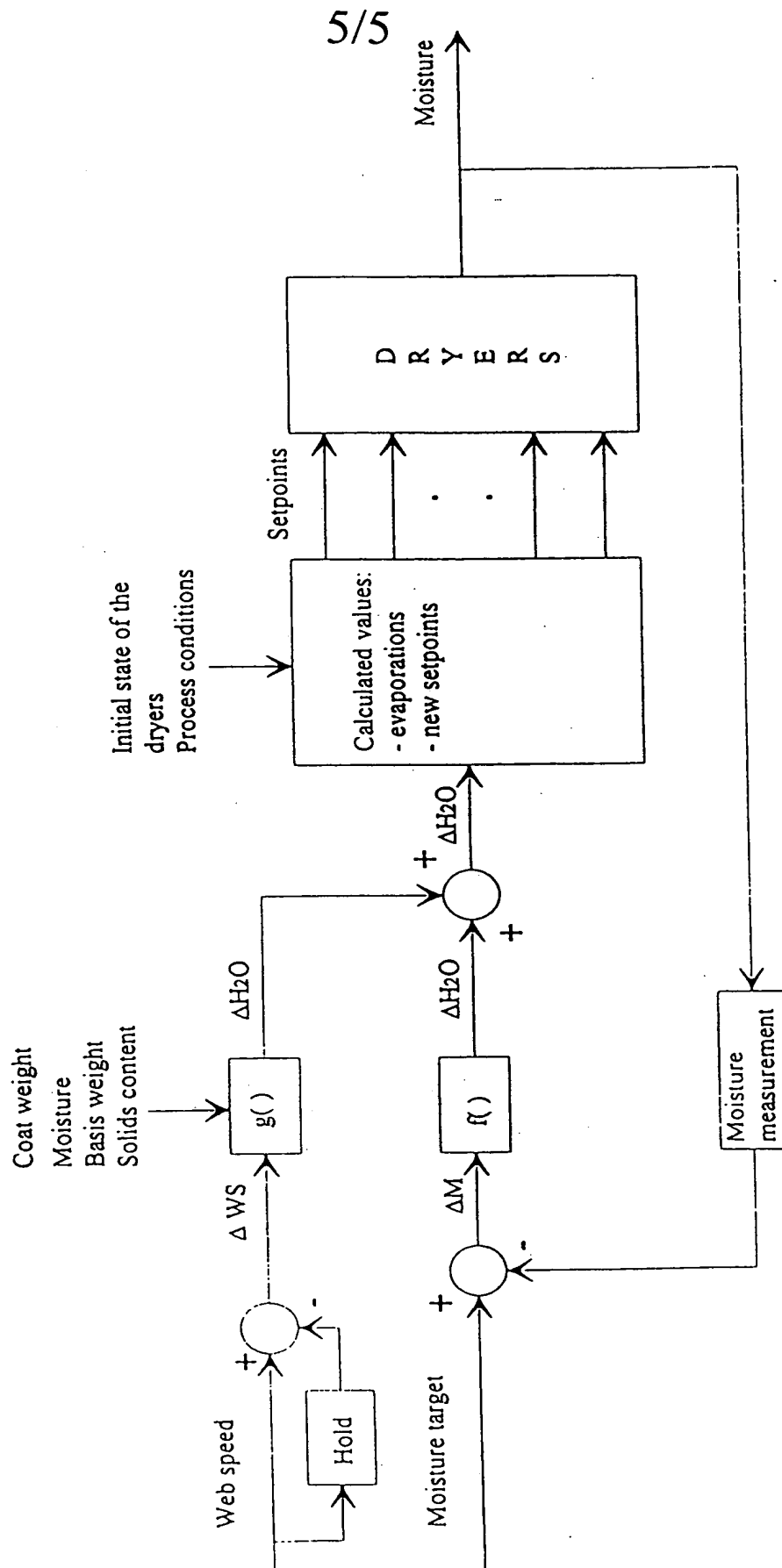


Fig. 4

**FIG. 5**